

Capellades, Matías René

Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de fungicida en Bragado, provincia de Buenos Aires

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Capellades, M. R. 2015. Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de fungicida en Bragado, provincia de Buenos Aires [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/respuesta-cebada-cervecera-bragado.pdf> [Fecha de consulta:.....]



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ARGENTINA**

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

**Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la
cebada cervecera a la fertilización nitrogenada y a
la aplicación de fungicida en Bragado, provincia de
Buenos Aires.**

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:
Ingeniero en Producción Agropecuaria**

Autor: Capellades, Matías René

Profesor Tutor: Ing. Agr. Inés Davérede, PhD.

Fecha: 14/07/2015

Resumen:

Las exigencias de calidad requeridas por las malterías y el potencial de rinde de los nuevos cultivares presentan desafíos en el manejo nutricional de la cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.). En el siguiente ensayo se evaluó rendimiento, proteína y calibre en la variedad de cebada Andreia ante diferentes aplicaciones de nitrógeno (N) y fungicida en Bragado, al oeste de la provincia de Buenos Aires. Se realizó un diseño en bloques completos aleatorizados, con cuatro repeticiones y cinco tratamientos. Los tratamientos fueron; 1: Testigo; 2: 80 kg N ha⁻¹ en macollaje; 3: 80 kg N ha⁻¹ en macollaje y aplicación de 20 kg N ha⁻¹ foliar tardía (hoja bandera); 4: 80 kg N ha⁻¹ en macollaje, más aplicación de fungicida en hoja bandera y una aplicación de 20 kg N ha⁻¹ foliar tardía; 5: 80 kg N ha⁻¹ en macollaje, más aplicación de fungicida en principio de encañazón, más aplicación de 20 kg N ha⁻¹ foliar tardía y una segunda aplicación de fungicida en hoja bandera. Para rendimiento, los tratamientos 2, 3, 4 y 5 mostraron diferencias significativas, superando al testigo (4445 kg ha⁻¹) en un 30 %. Con respecto al contenido proteico, el testigo y tratamiento 2 promediaron 10,9 %, siendo superados significativamente en un 6 % por los tratamientos 3, 4 y 5. El porcentaje de granos retenidos en zaranda de 2.5mm promedió 96.6 y 95.6 % en los tratamientos 4 y 5, presentando diferencias significativas con respecto al testigo en un 94%. A su vez, el tratamiento 3 (93.8%) y 2 (95 %) no presentaron diferencias significativas en comparación con el testigo. Todos los tratamientos cumplieron los requisitos de 85 % calibre mayor a 2,5mm. Los mejores resultados en rendimiento y proteína se obtuvieron en los tratamientos que recibieron doble aplicación de N.

Agradecimientos:

Quiero agradecer en primer lugar a mi tutora, Inés Davérede, por su gran predisposición durante todo el experimento. Siempre asesorando de forma clara y con voluntad, respondiendo a todas mis consultas, muchas de las cuales fueron realizadas a la distancia, obteniendo explicaciones claras que ayudaron a facilitar el avance de la investigación. Por este motivo quiero destacar su gran compromiso y profesionalismo con sus tesis y alumnos.

En segundo lugar, quiero agradecer al Ing. Agr. Marcelo Sendra, de Maltería Pampa por el préstamo de una trilladora estacionaria en las instalaciones de Bragado, facilitándome el trillado de las muestras. También quiero sumar en este agradecimiento al Ing. P.A. John Scanlan por realizar el análisis de las muestras enviadas por cada uno de los tesis.

En cuarto lugar, quiero agradecerle a mi familia, a mis padres René y Susana, a mi hermana Agustina y a mi abuela Mabel, que siempre estuvieron a mi lado apoyándome en los momentos duros de la carrera y haciendo que todo fuera más fácil para lograr mis objetivos, realmente muchas gracias a ellos que fueron parte importante de este camino y lo seguirán siendo.

Por último, quiero agradecer a la Facultad de Ciencias Agrarias de la UCA, a todos sus profesores y personal, por brindarnos, además de sus conocimientos, su apoyo para formarnos en nuestra vida profesional y seguir contando con sus consejos el día de mañana.

Índice:

Resumen:	ii
Agradecimientos:	iii
Índice:	iv
Contenido	¡Error! Marcador no definido.
Introducción:	1
Objetivo general:	3
Objetivos específicos:	3
Materiales y Métodos:	4
Diseño experimental:	4
Resultados:	5
Discusión:	7
Conclusiones:	9
Bibliografía	12
Anexos:	15
Anexo 1: Comparación de las variables entre tratamientos.	15
Anexo 2: Estadística descriptiva:	17
Anexos 3: Análisis de Homocedasticidad.....	18
Anexo 4: Análisis de la Normalidad.	19
Anexo 5.Precipitaciones	21

Introducción:

La Argentina ocupa el primer lugar como productor de cebada (*Hordeum vulgare*) dentro de Sudamérica, especializada en cebada cervecera (Cattáneo, 2011). En la última década, se ha experimentado un incremento significativo en la producción, registrándose un aumento del área sembrada que pasó de 269.240 ha en el año 2002 a 1.810.235 ha en el año 2013. La producción aumentó de 543.420 t en la campaña 2002/03 a 5.518.190 t en la última cosecha 2012/13 (Miniagri, 2013).

Del total producido, el 80 % a nivel mundial se destina a exportación como grano crudo o como malta, mientras que el 20 % restante es utilizado en la industria cervecera (Cattaneo, 2011). La provincia de Buenos Aires aporta alrededor del 98 % de la producción nacional, concentrada en el sudoeste, centro oeste y, últimamente, en el norte de la provincia (Alonso, 2011).

La mayor parte de la siembra se realiza a través de las malterías, que proveen al productor de la semilla a cambio de la futura producción. A su vez, la industria exige ciertos parámetros de calidad para su comercialización. El contenido de proteína en grano es uno de los parámetros más importantes; los valores aceptados por la industria se encuentran entre 9.5 al 13 % (BCR, 2015). Por debajo del 10% se ve afectada la fermentación por limitar la cantidad de nutrientes necesarios para las levaduras; y valores superiores al 12 % le confieren turbidez y amargor excesivo a la cerveza durante la cadena de frío. El calibre de los granos es evaluado a través de zarandas, se requiere un mínimo de 85 % granos mayores a 2,5 mm y no se tolera más del 3 % de granos menores a 2,2mm (Lauric y col. 2009). Cabe destacar que se debe mantener la identidad del material- la industria no acepta mezclas de variedades debido a que cada variedad da origen a distintas maltas (Míguez, 2008).

Para cumplir las exigencias de calidad, en especial el contenido proteico y el calibre, se debe hacer un correcto uso de la fertilización nitrogenada, ya que el nitrógeno (N) afecta estos parámetros (Magliano et al., 2012).

La fertilización nitrogenada promueve el crecimiento en biomasa y por lo tanto afecta en forma positiva el rinde cuando no hay limitación de humedad, pero a la vez puede disminuir la calidad del grano obtenido,

elevando el contenido proteico y disminuyendo el calibre (Prystupa, 2006). Para obtener un grano con tenor de proteína del 11%, es necesario que el cultivo absorba 22 kg de N por tonelada de grano producido (Gutierrez Boem et al., 2014). La disponibilidad edáfica de N y la dosis aplicada afectan el contenido proteico en grano, entre otros factores (Prystupa y Ferraris, 2011). Las aplicaciones tardías de N por lo general no aumentan los rendimientos, pero tienen efectos sobre la proteína (Ferraris et al., 2009).

El uso de variedades de cebada cervecera con alto potencial de rinde incrementan los requerimientos nutricionales (Landriscini et al., 2010); para alcanzar el potencial se requiere que las aplicaciones de fertilizante nitrogenado produzcan un rendimiento aceptable y cumplan los requerimientos de calidad exigidos por la industria maltera. Fertilizar solo a fines de macollaje produce una concentración elevada de proteína en grano, mientras que si se divide la fertilización en siembra-macollaje se disminuye este riesgo (Marinissen et al., 2009).

En los sistemas productivos actuales se apunta a lograr altos rendimientos tanto para trigo como para cebada. Para ello, es necesario evitar pérdidas productivas mediante el manejo adecuado de enfermedades (Couretot et al., 2011). Las enfermedades foliares dan origen a cambios en los procesos responsables de la producción y distribución de asimilados dentro de la planta, afectado el rendimiento del cultivo y sus componentes numéricos (Serrago et al., 2011).

El período crítico de ataque de enfermedades sobre el cultivo de cebada abarca los 20 días antes de la floración (Miralles y col, 2011). Se puede destacar, dentro de las enfermedades foliares más importantes en cebada cervecera, la roya de la hoja (*Puccinia hordei*), mancha en red (*Deschleria teres*) y escaldadura (*Rhynchosporium secalis*) (Serrego et al., 2011).

La aplicación de fungicidas resulta una herramienta de gran utilidad, pero a su vez ocasiona un costo adicional al sistema productivo. Por este motivo, es crítico definir el momento de la aplicación. Realizar monitoreos desde fines de macollaje-encañazon en adelante resulta imprescindible para aprovechar al máximo los efectos preventivos-curativos de estos terapéuticos y disminuir la propagación de los patógenos (Carmona et al., 2011).

La mezcla de triazoles + estrobilurinas tiene un amplio control sobre las enfermedades foliares mencionadas anteriormente, reduciendo los niveles de infestación y aumentando los rindes (Carmona et al, 2011). Couretot y otros (2011) observaron respuestas en rendimiento en una red de ensayos que oscilaron entre los 772 a 790 kg ha⁻¹, producto del uso de fungicidas.

Objetivo general:

En este trabajo se evalúa el rendimiento, calibre y proteína de cebada cervecera variedad Andreia ante diferentes aplicaciones de fertilizante nitrogenado y fungicida.

Objetivos específicos:

Evaluar:

- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación tradicional de fungicida en hoja bandera.
- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a una segunda aplicación de fungicida a principios de encañazon.
- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación de N en macollaje.
- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a la aplicación de N foliar tardía.

Comparar:

- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre a 2 aplicaciones de fungicida vs una aplicación en hoja bandera.
- La repuesta en rendimiento, proteína y calibre de la aplicación de N en macollaje vs foliar tardía.
- La respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la aplicación de N en macollaje y hoja bandera vs la aplicación de N en macollaje.

Materiales y Métodos:

El ensayo se realizó en el establecimiento “La Chacra” ubicado al oeste de la provincia de Buenos Aires, en la localidad de Warnes partido de Bragado, Latitud 34° 51’56.17’’S, Longitud 60°33’2.53’’O. El suelo pertenece a la serie Chacabuco, de textura franco limoso fino, no salino, no alcalino y pendiente menor a 0,5%; de aptitud agrícola clase II w, moderadamente bien drenado, escurrimiento medio y permeabilidad modernamente, con probabilidad de eventuales encharcamientos.

Cada unidad experimental consistió en parcelas de 10 m² (5 m de longitud y 2 m de ancho), las cuales contaron con 10 surcos a 20 cm. El ensayo se realizó en un lote cuyo cultivo antecesor era soja de primera. Previo a la siembra, se tomaron muestras de suelos a diferentes profundidades 0-20 cm y 20-40cm en las que se determinó materia orgánica, nitratos y fosforo extractable (Bray1). El 26 de junio se sembró cebada con una sembradora Crucianelli Pionera a una distancia entre surcos de 20 cm y una densidad de 140 kg semilla ha⁻¹, con el objetivo de lograr 300 pl/m². Conjuntamente con la siembra, se realizó una fertilización inicial con 100 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico dosificado al costado y debajo de la línea de siembra.

Diseño experimental:

Se realizó un diseño en bloques completos al azar (DBCA), en total se evaluaron 5 tratamientos con 4 repeticiones.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

1. Tratamiento Testigo
2. 80 kg N ha⁻¹ aplicado como urea en macollaje (Z-2.2)
3. 80 kg N ha⁻¹ como urea en macollaje y aplicación de 20 kg N ha⁻¹ foliar tardía hoja bandera -2 (Z-3.7,Z-3.8)

4. 80 kg N ha⁻¹ aplicado como urea en macollaje, mas aplicación de fungicida en hoja bandera -2 (Z-3.7, Z-3.8) conjuntamente con aplicación de 20 kg N ha⁻¹ foliar tardía
5. 80 kg N ha⁻¹ aplicado como urea en macollaje, mas aplicación de fungicida en Z-32, mas aplicación de 20 kg N ha⁻¹ foliar en (Z-3.7, Z-3.8) junto a una segunda aplicación de fungicida.

El tratamiento 1 no recibió ninguna aplicación. Se fertilizó 80 kg ha⁻¹ de N aplicado como urea (40-0-0) al voleo en las parcelas de los tratamientos 2,3, 4 y 5, en dos macollos (Z. 2.2). Para la aplicación de N foliar tardía se utilizó Foliarsol U (20-0-0) con rociador a una dosis de 20 kg N ha⁻¹ en estadio de hoja bandera -2 (Z. 3.7- Z. 3.8) en los tratamientos del 3 al 5.

La aplicación del fungicida Orquesta Ultra (Fluxapyroxad 5%, Epoxyconazole 5%, Pyraclostrobin 8.1%) se realizó a una dosis de 1.2 L ha⁻¹, el tratamiento 5 recibió la primera aplicación en comienzos de encañazon (Z. 3.2) y luego en hoja bandera -2 (Z. 3.7- Z.3.8) en donde también se aplicó al tratamiento 4. La aplicación de fungicida en hoja bandera -2 a los tratamientos correspondientes se realizó conjuntamente con la aplicación de N foliar tardía.

Se determinaron el rendimiento, contenido proteico y calibre de los granos para cada unidad experimental. La cosecha se efectuó de forma manual recolectando 2m² de cada parcela, posteriormente se procedió al trillado para separar los granos de la planta, se registró el peso y luego se prepararon muestras de 500 g que se llevaron al laboratorio para analizar proteína y calibre.

Resultados:

Análisis de suelo:

Los análisis de suelo arrojaron 3,2 % de materia orgánica, 10,4 mg kg⁻¹ de P Bray (disponible), 10,2 mg kg⁻¹ S-SO₄ y 5,6 de pH. Los nitratos de 0-40 cm sumaron 107 kg N ha⁻¹.

Precipitaciones:

Las precipitaciones acumuladas durante el año del ensayo fueron de 756 mm. Para dicho año las precipitaciones se encontraron 30 % por debajo del promedio de las lluvias registradas desde el 2000 al 2013 (1092 mm). Durante los meses de barbecho (marzo, abril y mayo) las precipitaciones fueron de 406 mm. Durante el mes de agosto no se registraron lluvias. Las precipitaciones totales durante el ciclo fueron de 336 mm (figura 1).

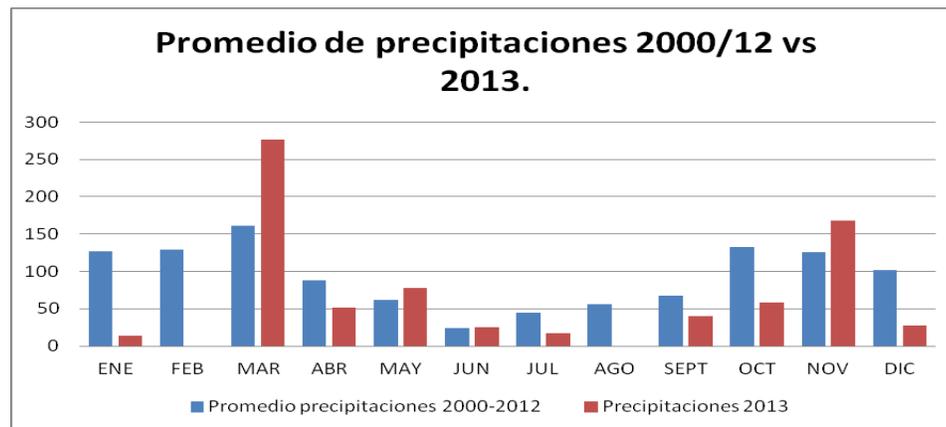


Figura 1. Precipitaciones mensuales del año 2000 al 2013 (mm). Fuente AER (Agencia de Extensión Rural) INTA, Bragado 2015.

Tabla 1. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento, la proteína y el calibre de los granos.

Tratamientos	Rendimiento (kg ha ⁻¹)		Proteína (%)		Calibre > 2,5mm	
1	4445	A	10.90	A	94.10	AB
2	5794	B	11.03	A	95.00	BC
3	5535	B	11.73	B	93.38	A
4	5875	B	11.70	B	96.60	D
5	5843	B	11.53	B	95.65	CD

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Como se observa en la tabla 1, rendimiento, proteína y calibre presentaron diferencias significativas en al menos un tratamiento en comparación al testigo. Para rendimiento, los tratamientos 2, 3, 4 y 5 promediaron 5762 kg ha⁻¹, superando significativamente en 30% al

testigo. El contenido proteico en grano promedió 11,6 % para los tratamientos 3, 4 y 5, un 6% mayor al promedio entre el tratamiento testigo y el 2, que recibió solamente urea al macollaje.

El porcentaje de granos retenidos en zaranda mayor a calibre 2,5 mm en los tratamientos 4 y 5 promediaron 96%, superando al testigo en 2,1%. Para los tratamientos 2 y 3 no se observaron diferencias con el testigo; el porcentaje de granos retenidos fue de 95, 93.3 y 94.1%, respectivamente. Entre el tratamiento 2 y 3 se encontraron diferencias significativas, el tratamiento 3 obtuvo un calibre 1.7% menor al tratamiento 2.

Discusión:

En una red de 19 ensayos realizados entre los años 2005 y 2006 donde se evaluó distintos niveles de N sobre el rendimiento y contenido proteico en cebada cervecera en la provincia de Buenos Aires, Loewy et al. (2008) observaron aumentos significativos en rendimiento entre un 24 y 45 %, con una fertilización nitrogenada en etapas tempranas del cultivo (macollaje), alcanzando rendimientos potenciales de 6000 kg ha⁻¹. En este trabajo, la aplicación de N en macollaje en los tratamientos 2, 3 4 y 5 produjo aumentos del 30 % en el rendimiento con respecto al testigo que promedió 4445 kg ha⁻¹ (ver anexos, tabla 2). Ferraris y Prystupa (2008), durante la misma red de ensayos, observaron que rendimientos máximos menores a 4000 kg ha⁻¹ no presentaron respuestas a la fertilización nitrogenada y los sitios con respuestas fueron aquellos de alto potencial de rendimiento, por lo que se puede afirmar que la zona de Bragado donde se realizó el ensayo corresponde a suelos de alto potencial. Si bien no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos que recibieron urea, urea más N foliar y urea más N foliar más fungicida, cabe destacar que los mayores rendimientos corresponden a los tratamientos 4 y 5 que recibieron, además de urea en macollaje, la aplicación de N foliar tardía y fungicida.

Durante el ciclo del cultivo, no se registró una gran incidencia de enfermedades; los tratamientos 4 y 5 que recibieron fungicida

promediaron 5859 kg ha⁻¹, superando al testigo en 1392 kg ha⁻¹. Resultados similares se obtuvieron en un ensayo realizado en el INTA Marcos Juarez, donde se estudió la eficiencia de control químico de enfermedades foliares en trigo y cebada con distintas aplicaciones de fungicidas en diferentes momentos del ciclo, observando que los mejores resultados en cebada se observaron con una doble aplicación de fungicida (Z. 3.2 y Z 5.3), siendo los tratamientos superiores al testigo en 1650 kg ha⁻¹ (Alberione et al., 2012).

Los valores proteicos en granos se encuentran dentro de los rangos establecidos por las malterías para todos los tratamientos, con valores del 10.9 a 11,7% de proteína. Los tratamientos que recibieron N foliar más urea y N foliar más urea y fungicidas superaron en un 6% a los tratamientos testigo y urea solo; que promediaron 11% (ver anexos, tabla 3). Por cada kg de N foliar aplicado en hoja bandera, el contenido proteico aumentó en un 0,3%. Una situación similar fue observada por Ross y otros (2011), en un red de ensayos de fertilización nitrogenada en distintos partidos de la provincia de Buenos Aires; en todos los casos si bien una fertilización a la siembra fue suficiente para alcanzar 11 % de proteína, se logró un 0,8% de incremento de proteína en grano con la aplicación de 20 kg ha⁻¹ de N foliar aplicado en espigazón.

En lo que refiere al calibre, la base de comercialización para su destino a la obtención de malta exige un mínimo de 80% de granos retenidos sobre zaranda mayor a un diámetro de 2,5 mm (SENASA, 2015). Para este ensayo, todos los tratamientos se encontraron por encima del mínimo establecido, promediando 95% independientemente del tratamiento recibido. La aplicación de urea (Trt. 2) no aumentó el calibre significativamente en comparación al testigo, promediando 94,5%. El tratamiento que recibió además de urea la aplicación de N foliar en hoja bandera (Trt. 3) produjo un calibre 1,7% menor al tratamiento con urea solo (95%); sin embargo, no presentó diferencias significativas con el testigo, promediando 93,7% (ver anexos, tabla 4). Prystupa y otros (2014) condujeron una serie de 25 ensayos en las principales áreas productoras de cebada de la Provincia de Buenos Aires con el objetivo de evaluar los efectos de la fertilización nitrogenada en siembra o macollaje y en espigazón y la fertilización azufrada sobre el calibre de los granos. En algunos sitios, la fertilización nitrogenada en espigazón afectó el calibre,

en algunos casos lo aumentó y en otros lo disminuyó. En este ensayo, el calibre 2,5mm disminuyó en el tratamiento que recibió la aplicación de urea en macollaje mas N foliar (Trat. 3) en comparación con el tratamiento que solo recibió urea en macollaje. A mayor dosis de fertilizante nitrogenado disminuye en forma lineal las fracciones de granos más gruesas, esto se debe a que la fertilización con N aumenta el número de granos que proviene de macollos y genera más granos en posiciones distales de la espiga los cuales tiene un menor calibre. Este efecto se explica por una alta cantidad de destinos de fotoasimilados, obteniéndose mayor número de granos por espiga, pero de menor calibre.

Conclusiones:

El rendimiento de los tratamientos que recibieron la aplicación de urea en macollaje superó en un 30 % al testigo (4445 kg ha⁻¹), por lo que se puede concluir que en este ensayo la fertilización nitrogenada en etapas iniciales afectó significativamente el rendimiento de la cebada cervecera. La aplicación de fungicida no fue determinante en el rendimiento. Si bien los valores más altos para esta variable correspondieron a los tratamientos que recibieron una y dos aplicaciones de fungicida (Trats. 4 y 5), no se registraron diferencias significativas con los tratamientos que solo recibieron fertilización con urea o urea mas N foliar.

Las variables de calidad, proteína y calibre, fueron afectadas por la aplicación de fertilizantes nitrogenados. En los análisis de proteína, se pudo observar que los tratamientos que recibieron la aplicación de una doble dosis de N (urea en macollaje y N foliar tardía), promediaron 11,6% de proteína en grano, superando en un 6% al testigo y aquellos que solo recibieron urea en macollaje. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos que recibieron una o dos aplicaciones de fungicida para esta variable. Como se esperaba, la fertilización nitrogenada tardía tuvo un efecto directo sobre el contenido proteico sin afectar el rendimiento.

El porcentaje de granos retenidos en zaranda de 2,5mm en los tratamientos que recibieron la aplicación de urea en macollaje promediaron 95%, superando así en un 1,7 % al tratamiento que además

de urea en macollaje recibió la aplicación de N foliar tardía. Los tratamientos mencionados anteriormente no presentaron diferencias significativas con el testigo. Aquellos tratamientos que recibieron, además de fertilización con urea en macollaje y N foliar tardía, la aplicación de una y dos dosis de fungicida promediaron 96,1%, superando al testigo en un 2,2%.

Teniendo en cuenta los resultados y las bases de comercialización, la totalidad de los tratamientos se encuentran dentro de los requisitos exigidos por la industria maltera para su transformación en malta. Podemos afirmar que la fertilización nitrogenada de base es una herramienta viable para aumentar el rendimiento del cultivo de cebada cervecera. La respuesta a la fertilización en los tratamientos que recibieron urea en macollaje superó en promedio al testigo en 1310 kg ha⁻¹. Como se mencionó anteriormente, la aplicación de N foliar en hoja bandera no tuvo efecto directo sobre el rendimiento, pero sí afectó el contenido proteico en granos. Por cada kg de N aplicado por hectárea, se incrementó un 0,3% el contenido de proteína en grano. En cuanto al calibre, podemos concluir que en los tratamientos que recibieron doble aplicación de N, el calibre disminuyó significativamente con respecto a los que solo recibieron urea en macollaje.

La aplicación de fungicida no fue determinante en la variable de rendimiento y calidad en cebada cervecera en el año 2013. Se puede observar que el calibre para el tratamiento que recibió doble fertilización nitrogenada mas la aplicación de fungicida en hoja bandera registró un 96,6%, siendo el valor más alto y arrojando diferencias significativas con los tratamientos testigos, urea solo y urea mas N foliar tardío.

La variedad de cebada cervecera Andreia tiene un gran potencial de rendimiento, ya que responde positivamente a la fertilización nitrogenada de base, la cual fue suficiente para incrementar el rinde con respecto al testigo. En cuanto a los parámetros de calidad, la aplicación estratégica de N foliar en hoja bandera lograría incrementar los valores proteicos en granos, manteniendo un porcentaje de calibre aceptable por la industria maltera.

Por último, observando a la Argentina como productor y exportador de cebada cervecera, no debemos descuidar nuestra producción en un mercado creciente, competitivo y cada vez más exigente en cuanto a calidad y cantidad. Por tal motivo, los resultados obtenidos nos incentivan a seguir investigando la respuesta de la cebada cervecera a distintos manejos de fertilización y control de enfermedades.

Bibliografía:

- Alberione, E., Arburua, M., Fissore, G. y Fornero, G. 2012. Eficacias en el Control Químico de Enfermedades Foliar en Trigo y Cebada. INTA Marcos Juarez, Buenos Aires, Argentina.
- Alonso, M. 2011. Cebada: Apuntes de mercado. Agromercado 312, Cuadernillo Temático de Colza y Cebada: 15-17.
- Carmona, M.A.; Barreto, D. y Romero A.M. 2011. En cebada cervecera. Miralles D.J, Benech-Arnold R., Albedo G. (eds). Cebada Cervecera. Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, págs.133-167.
- Cattáneo, M. 2011. Los mercados de cebada cervecera en la Argentina y el Mundo. En: Cebada cervecera. Miralles D, Benech-Arnold R, Albedo G (eds). Cebada Cervecera. Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 2011, págs. 275- 284.
- Couretot, L.; Ferraris, G. y Mausegne, F. 2011. Experiencias en el control químico de enfermedades foliares de trigo y cebada en la zona Norte de la Pcia. De Bs.As. Campaña 2010/11. INTA, Pergamino, Argentina.
- Ferraris, G. y Prystupa, P.2008. Fertilización Nitrogenada en Cebada Cervecera. Herramientas de manejo para balancear el rendimiento y calidad. Desarrollo Rural, EEA INTA Pergamino, Argentina.
- Ferraris, G.; Prystupa, P.; Gutiérrez Boem F. y Couretot, L. 2009. Manejo de nitrógeno para la obtención de altos rendimientos con calidad en cebada cervecera. Cuadernillo temático de colza y cebada. Págs. 16-17.
- Gutiérrez Boem, F.H.; Gómez,F; Caputo, C.; Prystupa,P. 2014. Fertilización de cebada: I. Eficiencia de utilización y concentración de N-P-S en grano. XXIV Congreso Argentino de la ciencia del suelo, II Reunión Nacional “Materia Orgánica y Sustancias Húmicas”. Bahía Blanca, Argentina.

- Landriscini, MR; Lazzari, M.A y Galantini J.A. 2010. Fertilización nitrogenada y balance de nutrientes en cebada cervecera. Ciencia del suelo, volumen 28, págs. 201-2014.
- Lauric, A.; Marinissen, A.; Torres Carbonell y Loewt, T.. 2009. Cebada Cervecera: experiencia local. Fertilización nitrogenada e cebada cervecera en un año seco. Campaña 2008/09. Agencia de extensión INTA Bahía Blanca, (EEA INTA Bordenave), Argentina.
- Loewy, T., Bergh, R., Ferraris, G., Ventimiglia, L., Gutierrez Boem, F.H., Prystupa, P. y Couretot, L.. 2008. Fertilización en Cebada Cervecera CV. Scartlett. Efecto del Nitrógeno Basal. XXI Congreso Argentino de la ciencia del suelo - Semiárido: un desafío para la Ciencia del Suelo. Potrero de Los Funes, San Luis, Argentina.
- Miguez F. 2008. Cebada cervecera, una alternativa para el invierno. Entrevista. *Agromercado*, 277: 4-7.
- Miralles, Daniel J.; Arisnabarreta, S. y Alzueta I..2011. En cebada cervecera. Miralles D.J, Benech-Arnold R., Albedo G. (eds). Cebada Cervecera. Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, págs.3-33.
- Prystupa, P. 2006. Cebada y Avena. En H. E Echeverria y F.O Garcia (eds). Fertilidad de suelos y Fertilización de Cultivos. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. Págs. 317-334.
- Prystupa, P.; Ferraris, G..2011. Nutrición mineral y fertilización. En Cebada cervecera. Miralles DJ, Benech-Arnold R, Albedo G (eds). Cebada Cervecera. Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 2011, págs. 35-79.
- Prystupa, P., Ferraris, G., Ventimiglia, L., Loewy, T., Couretot, L., Bergh, R. y Gutiérrez Boem, F.H. 2014. Fertilización Nitrogenada y Azufrada en Cebada Cervecera CV. Scartlett: Efecto sobre el Calibre. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del suelo, II Reunión Nacional “Materia Orgánica y Sustancias Húmicas”. Bahía Blanca, Argentina.
- Ross, F., J.Massigoge y Zamora, M. 2011. Fertilización de cebada cervecera en ambientes con tosca en el sur de Buenos Aires, Argentina. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, N° 3: 9-13

Serrago, R.A.; Carretero, R y Miralles, D.J. 2011. En cebada cervecera.
Miralles D.J, Benech-Arnold R., Albedo G. (eds). Cebada Cervecera.
Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de
Buenos Aires, Argentina, págs. 115-129.

Sistema Integrado de Información Agropecuaria MAGYP, www.siaa.gov.ar.

Bolsa de Comercio de Rosario, www.bcr.com.ar.

Anexos:

Anexo 1: Comparación de las variables entre tratamientos.

Para cada variable se realizó el análisis de la varianza utilizando el software estadístico InfoStat, además se realizó test de Fisher en donde se obtiene la diferencia mínima significativa y el p-value, el cual indicará si hay o no diferencias significativas entre los tratamientos. Las medias con una letra en común no presentan diferencias significativas.

Tabla 2. Análisis de la varianza (ANOVA) y Test de Fisher para la variable rendimiento (kg ha^{-1}).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	20	0.51	0.22	13.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		6518607.05	7	931229.58	1.78	0.1805
Bloque		687646.55	3	229215.52	0.44	0.7292
Tratamiento		5830960.50	4	1457740.13	2.79	0.0751
Error		6263690.70	12	521974.23		
Total		12782297.75	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0.10 DMS=910.51532

Error: 521974.2250 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	4445.75	4	361.24	A
3	5535.50	4	361.24	B
2	5794.25	4	361.24	B
5	5843.00	4	361.24	B
4	5875.25	4	361.24	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Tabla 3. Análisis de la varianza (ANOVA) y Test de Fisher para la variable proteína (%).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	20	0.84	0.74	2.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		3.24	7	0.46	8.72	0.0007
Bloque		0.85	3	0.28	5.31	0.0147
Tratamiento		2.40	4	0.60	11.28	0.0005
Error		0.64	12	0.05		
Total		3.88	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0.10 DMS=0.29036

Error: 0.0531 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	10.90	4	0.12	A
2	11.03	4	0.12	A
5	11.53	4	0.12	B
4	11.70	4	0.12	B
3	11.73	4	0.12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.10)

Tabla 4. Análisis de la varianza (ANOVA) y Test de Fisher para la variable calibre 2,8mm (%).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Calibre 2.5 mm	20	0.79	0.67	0.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		32.07	7	4.58	6.54	0.0024
Bloque		6.40	3	2.13	3.05	0.0702
Tratamiento		25.67	4	6.42	9.17	0.0012
Error		8.40	12	0.70		
Total		40.47	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0.10 DMS=1.05442

Error: 0.7000 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
3	93.38	4	0.42	A		
1	94.10	4	0.42	A	B	
2	95.00	4	0.42		B	C
5	95.65	4	0.42			C D
4	96.60	4	0.42			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo 2: Estadística descriptiva:

Para cada variable se detalla en las siguientes tablas la media, desvío estándar, coeficiente de variabilidad, máximo y mínimo por tratamiento.

Tabla 5. Medidas de resumen para la variable rendimiento (kg ha⁻¹).

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1	Rendimiento	4	4445.75	521.94	3759	5029
2	Rendimiento	4	5794.25	565.52	5017	6264
3	Rendimiento	4	5535.5	798.65	4750	6393
4	Rendimiento	4	5875.25	755.96	4966	6604
5	Rendimiento	4	5843	718.03	4988	6492

Tabla 6. Medidas de resumen para la variable proteína (%).

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1	Proteína	4	10.9	0.32	10.6	11.3
2	Proteína	4	11.03	0.22	10.8	11.3
3	Proteína	4	11.73	0.25	11.4	12
4	Proteína	4	11.7	0.14	11.6	11.9
5	Proteína	4	11.53	0.51	11	12.1

Tabla 7. Medias de resumen para la variable zaranda 2,5mm (%).

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1	Zaranda 2,5mm	4	94.1	1.01	93.1	95.2
2	Zaranda 2,5mm	4	95	1.18	94	96.7
3	Zaranda 2,5mm	4	93.38	1.21	92	94.7
4	Zaranda 2,5mm	4	96.6	0.74	96.1	97.7
5	Zaranda 2,5mm	4	95.65	0.71	94.7	96.4

Anexos 3: Análisis de Homocedasticidad.

Mediante la prueba de Levene se calcula el p-value para ver si se cumple con el principio de homocedasticidad, para cada variable en estudio.

Tabla 8. Prueba de Levene, variable rendimiento (kg ha⁻¹).

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Rendimiento	20	0.39	0.04	59.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	644097.58	7	92013.94	1.11	0.4157
Tratamiento	373002.4	4	93250.6	1.13	0.3897
Bloque	271095.18	3	90365.06	1.09	0.3903
Error	993824.3	12	82818.69		
Total	1637921.89	19			

Tabla 9. Prueba de Levene, variable proteína (%).

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Proteína	20	0.34	0	83.97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.08	7	0.01	0.87	0.5587
Tratamiento	0.06	4	0.02	1.15	0.3814
Bloque	0.02	3	0.01	0.49	0.695
Error	0.16	12	0.01		
Total	0.25	19			

Tabla 10. Prueba de Levene, variable zaranda 2,5mm (%).

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Zaranda 2,5mm	20	0.34	0	80.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.07	7	0.15	0.88	0.5466
Tratamiento	0.78	4	0.2	1.13	0.3877
Bloque	0.29	3	0.1	0.56	0.6542
Error	2.07	12	0.17		
Total	3.14	19			

Anexo 4: Análisis de la Normalidad.

Mediante la prueba de Shapiro- Wilks (modificado), se calcula el p-value para ver si se cumple con el principio de normalidad. Además se realizo grafico de Q-QPlot en donde se puede apreciar visualmente la distribución normal.

Tabla 11. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) y grafico de Q-QPlot, variable rendimiento (k.g ha -1).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Rendimiento	20	0.00	574.20	0.95	0.5459

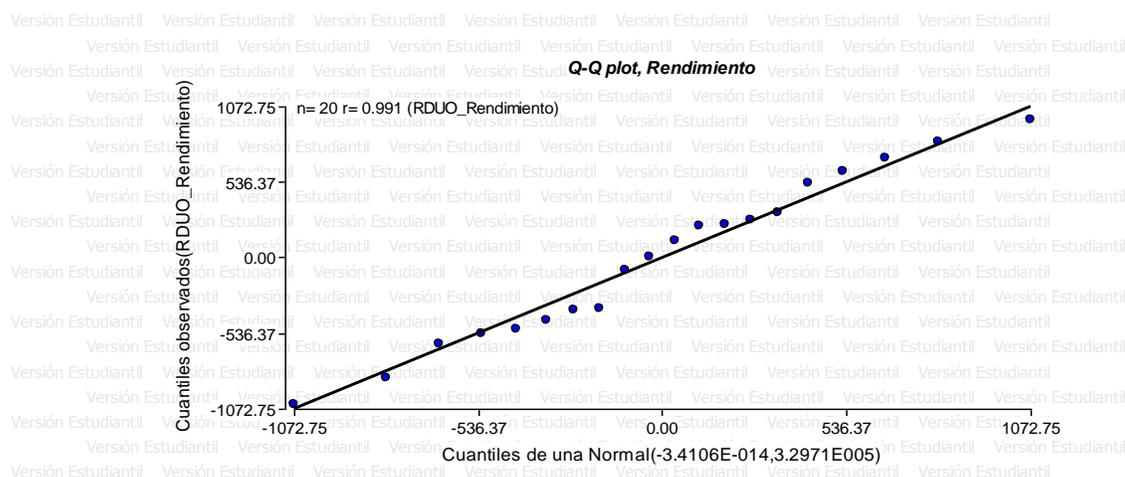


Tabla 12. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) y grafico de Q-QPlot, variable proteína (%).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Proteina	20	0.00	0.18	0.96	0.7809

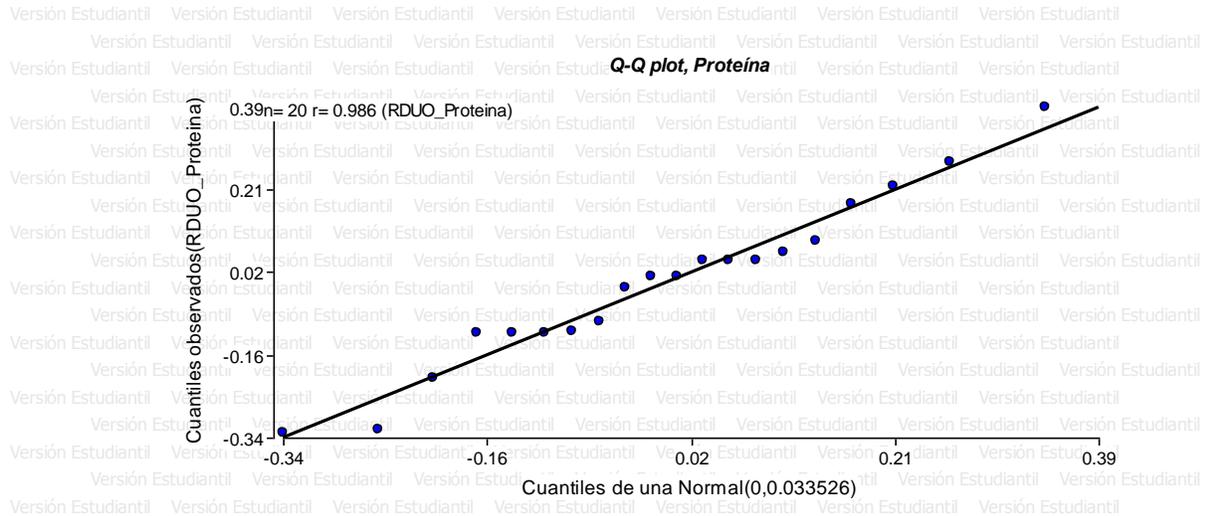
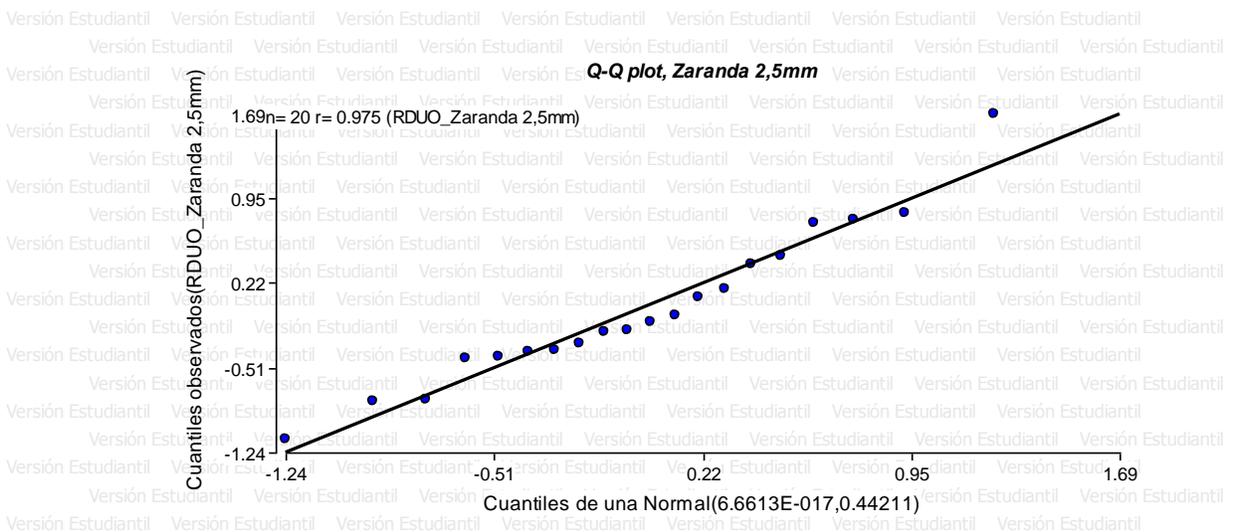


Tabla 13. Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) y grafico de Q-QPlot, variable zaranda 2,5mm (%).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Zaranda 2,5mm	20	0.00	0.66	0.96	0.7348



Anexo 5.Precipitaciones

Tabla 14. Precipitaciones mensuales y anuales desde el 2000 hasta el 2013, y promedio de precipitaciones mensuales, expresada en mm. (Fuente, Agencia de Extensión Rural, INTA ,Bragado).

Precipitaciones (mm) 2000-2013													
Año/Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	Total mm anuales
2000	102	138	99	127	299	35	0	38	43	134	192	44	1251
2001	156	48	303	56	107	21	19	161	107	230	157	80	1445
2002	102	51	374	45	49	0	35	80	41	147	211	162	1297
2003	21	305	147	142	70	24	125	10	56	94	185	88	1267
2004	85	45	92	148	43	11	66	74	8	85	187	288	1132
2005	113	124	186	79	6	38	75	117	67	52	85	52	994
2006	255	184	134	139	4	52	6	0	40	289	83	195	1381
2007	178	147	243	107	37	21	2	2	99	96	85	101	1118
2008	185	55	181	18	5	36	70	6	34	118	49	20	777
2009	22	73	12	75	25	3	72	37	128	108	155	72	782
2010	114	232	77	32	46	36	51	2	102	54	24	41	811
2011	160	88	86	54	45	35	38	15	31	62	108	30	752
2012	158	196	166	116	74	0	15	185	114	252	107	143	1526
2013	14	0	277	51	78	25	17	0	40	58	168	28	756
Promedio	119	120	170	85	63	24	42	52	65	127	128	96	1092